

# Der Stickstoffexport der Wurzel und die Zusammensetzung des Xylemexsudats

## Teil 1: Der Einfluß einer zunehmenden Stickstoffdüngung

von

ALLEWELDT, G. und MERKT, N.

Univ. Hohenheim, Institut für Obst-, Gemüse- und Weinbau, Stuttgart-Hohenheim, BR Deutschland

### The nitrogen output of the root and the nitrogenous compounds in the xylem exudate. Part 1: The influence of increasing nitrogen fertilization

**S u m m a r y :** Two-year-old two-bud cuttings in pots supplied with two levels of nitrogen (0.5 and 3.0 g N/vine) were tested for dry mass production, N uptake and the N composition in the xylem exudate.

The rootstock 125 AA showed the highest dry mass production, Silvaner the lowest one. Both N output of the root (calculated from the N content of the xylem sap) and the N uptake/vine are analogous to dry mass production, the N uptake being 595 resp. 2003 mg N for 125 AA, 245 resp. 1403 mg N for Silvaner and 423 resp. 1363 mg N for C 3309 (N fertilization 0.5 and 3.0 g N/vine, resp.).

N is transported within the xylem as  $\text{NO}_3\text{-N}$  and  $\text{NH}_2\text{-N}$ . The proportion of  $\text{NO}_3\text{-N}$  depends much on the N fertilization (4—25 %  $\text{NO}_3\text{-N}$  at low and 16—42 % at high N fertilization). The N composition in the xylem exudate does not depend on grape variety. With 66 % glutamine is the main transport form.

**Key words :** nitrogen, xylem exudate, grapevine, rootstock, fertilization, root, nutrition.

### Einleitung

Die fördernde Wirkung einer Stickstoffdüngung auf Wachstum und Ertrag ist hinlänglich bekannt (SAUTTER 1971; EWART und KLIEWER 1977; BUCHER 1978; EL-SESE 1983; MÜLLER und PERNEL 1983; KANNENBERG 1990). In jüngster Zeit aber tritt die Frage nach dem Verlauf der Stickstoffaufnahme (CONRADIE 1980; SCHALLER *et al.* 1989) und damit nach dem zeitlichen Bedarf der Rebe an Stickstoff in den Vordergrund. Es konnte gezeigt werden, daß der Stickstoff vor allem im Zeitraum von der Blüte bis zur Erbsengröße der Beeren aufgenommen wird (LÖHNERTZ 1988; SCHALLER 1988; CONRADIE 1990) und daß ein zweites, weitaus geringeres Maximum der N-Aufnahme im Herbst beobachtet wird (CONRADIE 1986); diesem wird eine Bedeutung bei der „Auffüllung“ der N-Reserven (Speicher-N) in den mehrjährigen Organen der Rebe beigemessen.

Die Frage der Stickstofftransportform in der Pflanze ist dagegen weitgehend unklar. Zwar liegen Erkenntnisse über die N-Zusammensetzung des Blutungssaftes vor dem Knospenaustrieb vor (REUTER und WOLFFGANG 1955; ROUBELAKIS-ANGELAKIS und KLIEWER 1979; ANDERSEN und BRODBECK 1989a; b), nicht indessen über die N-Zusammensetzung des Xylemexsudates während des Wachstums der Rebe im Sommer. Die Klärung dieser Frage ist Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

### Material und Methoden

Die Untersuchungen erfolgten an zweijährigen Zweiaugenstecklingen der Unterlagsorten Kober 125 AA und Couderc 3309 und der Rebsorte Silvaner. Die Pflanzen wurden in einem Sand-Erde-Torf-Gemisch (30:60:10) in 2,5-l TEKU-Töpfen kultiviert und im Abstand von 14 d gedüngt. Als Stickstoffdünger wurde Ammoniumnitrat

( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), als Kalium- und Phosphatdünger Kaliumsulfat ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) bzw. Kaliumhydrogenphosphat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) eingesetzt. Zur Sicherstellung der Magnesium- und Mikronährstoff-Versorgung wurde im vierwöchigen Abstand Fetrilon-Combi gedüngt. Insgesamt erhielt jede Pflanze 0,5 g N (Stickstoffstufe I) oder 3,0 g (Stickstoffstufe II). In beiden N-Stufen wurden 2,2 g  $\text{K}_2\text{O}$ , 1,0 g  $\text{P}_2\text{O}_5$  und 0,5 g MgO gegeben.

Die Pflanzenschutzmaßnahmen wurden nur im Bedarfsfall durchgeführt. Zur Exsudatgewinnung wurde der einjährige Trieb 1 cm über dem 2. Nodium dekapitiert (zwischen 8.00 und 12.00 Uhr), die Blätter an den unteren beiden Nodien entfernt und die Schnittstellen mit Ethanol (96%ig) desinfiziert. Das Exsudat wurde in einer Pipette aufgefangen und zum Schutz vor mikrobieller Kontamination mit Toluol überschichtet (MERKT 1989). Pro Erntetermin und Variante wurde von 8 Pflanzen Exsudat gesammelt.

Die Nitrat- und Aminosäurenbestimmungen im Exsudat erfolgten mit einem HPLC nach den von WILKINSON (1978), LEUENBERGER *et al.* (1980) und TAPUHI *et al.* (1981) angegebenen Methoden. Der Stickstoffgehalt in der Trockenmasse wurde nach Kjeldahl (UGRINOVITS 1986) bestimmt. Die Bestimmung der Pflanzenmasse erfolgte lediglich zum Versuchsende. Je Versuchsmitglied standen 8 Wiederholungen zur Verfügung.

## Ergebnisse

### 1. Wachstum und Trockensubstanzbildung

Eine N-Steigerung führte erwartungsgemäß zu einem erhöhten Trieb­längenwachstum. Dieser Effekt war namentlich bei Silvaner und der Unterlage 125 AA ausgeprägt (Tab. 1). Die sortentypische Reaktion auf hohe N-Gaben spiegelt sich auch im Trockensubstanzertrag des Sprosses und der Gesamtpflanze wider: Silvaner und 125 AA beantworten eine höhere Düngung gegenüber C 3309 mit einer vermehrten Trockensubstanzbildung. Bei geringer N-Düngung aber zeichnet sich Silvaner mit dem geringsten Sproßwachstum und der niedrigsten Trockensubstanzbildung aus.

Das Wurzelwachstum wird durch hohe N-Gaben nur relativ schwach gefördert, so daß sich bei hoher N-Düngung ein weiteres Sproß:Wurzel-Verhältnis (4,1—5,9) einstellt als bei schwacher N-Düngung (2,2—3,0). Es ist festzustellen, daß bei niedriger N-Versorgung beide Unterlagssorten mehr Trockensubstanz bilden als Silvaner, daß aber bei

Tabelle 1

Einfluß der N-Düngung auf Trieb­länge, Trockengewicht von Sproß und Wurzel und das Sproß/Wurzel-Verhältnis (A = N-Stufe, Sorte; B = Wechselwirkung Sorte: N-Stufe)

Influence of N-fertilization on shoot length, dry weight of shoot and root and the shoot/root ratio

Sorte	N-Stufe g/Pflanze	Trieb- länge (cm)	Trockengewicht			Sproß: Wurzel
			Sproß (g)	Wurzel (g)	Gesamt (g)	
Silvaner	0,5	148	15,2	7,1	22,3	2,2
	3,0	437	77,1	13,7	90,8	5,9
125 AA	0,5	426	56,3	18,1	74,4	3,2
	3,0	658	113,7	23,1	136,8	5,1
C 3309	0,5	468	34,6	11,6	46,2	3,0
	3,0	622	67,5	17,9	85,4	4,1
GD 5 %	A	27	5,6	1,8	7,4	0,5
	B	39	8,0	2,6	10,5	0,6

hoher N-Düngung die Leistung des Silvaners mit C 3309 zu vergleichen ist. Die Rebsorte 125 AA weist in beiden N-Stufen die höchste Trockensubstanzbildung auf. Beachtenswert ist der Leistungsanstieg durch eine hohe N-Düngung. Er ist bei Silvaner und 125 AA etwa gleich stark und bei C 3309 gering.

## 2. Die N-Aufnahme

Die Gesamt-N-Aufnahme der Versuchspflanzen ist in Tab. 2 zusammengefaßt. Bei niedriger N-Düngung (0,5 g N/Pflanze) vermag die Rebsorte Silvaner nur etwa die Hälfte des angebotenen Stickstoffs aufzunehmen, nämlich 245 mg, während C 3309 und 125 AA mit 595 mg nahezu die gesamte N-Düngung aufgenommen haben. Bei hoher N-Düngung nimmt 125 AA mit insgesamt 2003 mg eine deutlich höhere N-Menge auf als Silvaner (1403 mg) oder C 3309 (1363 mg). Dieser Befund bestätigt die hohe Leistungsfähigkeit von 125 AA sowohl bei niedriger wie hoher N-Düngung. Der aufgenommene Stickstoff wird zu 75—90 % für den Sproßaufbau verwendet.

Tabelle 2

Einfluß der N-Düngung auf die N-Aufnahme der Rebe (mg N) (Erntedatum: 24. 9. 1987) (A = N-Stufe, Sorte; B = Wechselwirkung Sorte: N-Stufe)

Influence of N-fertilization on the N-uptake of the grapevine (mg N) (Date of harvest: 24. 9. 1987)

Sorte	N-Stufe g/Pflanze	Sproß	Wurzel	Pflanze
Silvaner	0,5	187	57	245
	3,0	1 238	165	1 403
125 AA	0,5	487	108	595
	3,0	1 765	238	2 003
C 3309	0,5	359	64	423
	3,0	1 179	184	1 363
GD 5 %	A	89	27	102
	B	127	39	145

## 3. Die Exsudatabgabe

Bei der hohen N-Verlagerung von der Wurzel zum Sproß stellt sich die Frage nach der N-Transportform bzw. nach der Syntheseleistung der Wurzel für Aminosäuren resp. für Amide. Zur Beantwortung wurde an 4 Terminen Exsudat gesammelt und analysiert. Die Exsudatabgabe der Pflanzen ist in Abb. 1 wiedergegeben.

Die niedrigste Exsudatabgabe im Mittel aller Probetermine und N-Stufen liegt beim Silvaner vor und die höchste bei 125 AA. Entsprechend schwach ist die auf die Exsudatabgabe fördernd wirkende N-Düngung bei Silvaner (ausgenommen beim letzten Termin am 30.09.) und hoch bei 125 AA. Bei allen Sorten ist sie zu den ersten 3 Probeterminen (26.05., 17.06. und 30.07.) relativ konstant. Erst am letzten Probetermin (30.09.) ergibt sich eine deutliche Differenzierung: Die Exsudatabgabe nimmt bei hoher N-Düngung zu, während sie bei geringer N-Düngung abfällt resp. auf einem konstant niedrigen Niveau (Silvaner) verharret.

## 4. Die N-Abgabe der Wurzel

Die Exsudatabgabe ist nicht mit der N-Abgabe der Wurzel identisch (Abb. 2). Letztere steigt bei allen Sorten, und zwar ausschließlich nur bei hoher N-Düngung, vom

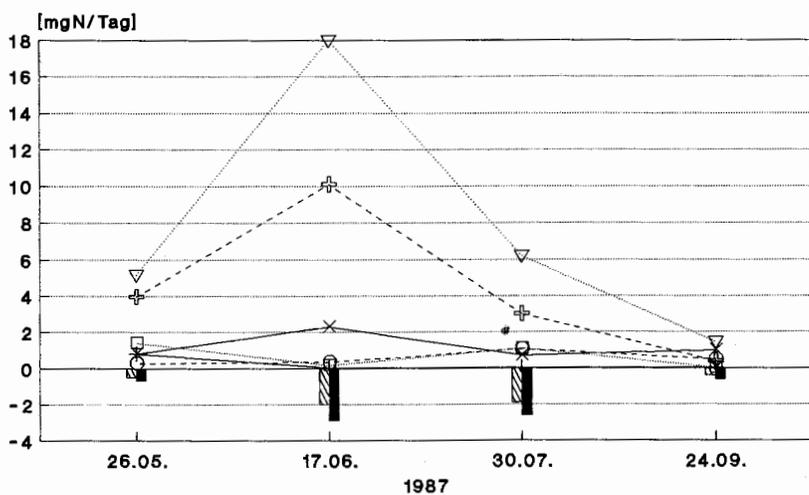
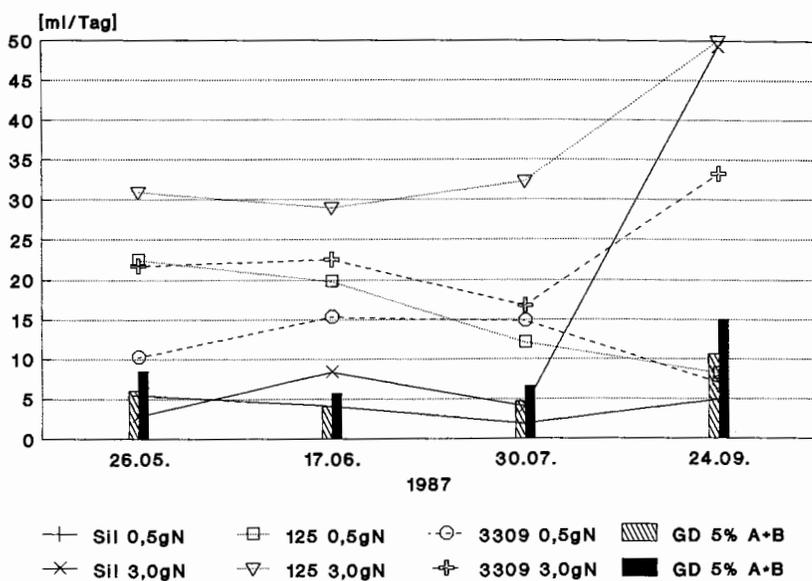


Abb. 1 (oben): Einfluß der N-Düngung auf die Exsudatabgabe von wurzelecht wachsenden Reben (umgerechnet auf 24 h).

Abb. 2 (unten): Einfluß der N-Düngung auf die Stickstoffabgabe der Wurzel pro Tag.  
 Sil = Silvaner, 125 = Kober 125 AA, 3309 = Couderc 3309; A + B = Sorte, Düngung; A \* B = Wechselwirkung Sorte × Düngung; GD = gesicherte Differenz.

Fig. 1 (above): Influence of N-fertilization on the release of xylem sap of own rooted grapevines (recalculated at 24 h).

Fig. 2 (below): Influence of N-fertilization on the nitrogen output of the root per day.  
 Sil = Silvaner, 125 = Kober 125 AA, 3309 = Couderc 3309; A + B = variety, fertilization; A \* B = reciprocation variety × fertilization; GD = significant difference.

26.05. auf den 17.06. an, erreicht zu diesem Termin ein Maximum, und fällt danach kontinuierlich bis zum 30.09. ab. Dieser Verlauf der N-Aufnahme und N-Abgabe steht sicher in engem Zusammenhang mit der Wachstumsintensität der Pflanzen. Bei niedriger N-Düngung ist die N-Abgabe der Wurzel sehr gering und auftretende Schwankungen liegen innerhalb der Fehlergrenze. Beachtenswert ist die Sortenspezifität der N-Abgabe/d: Sie ist niedrig bei Silvaner (selbst im Juni) und sehr hoch bei 125 AA, insbesondere im Juni mit einem Wert von 18 mg N/d.

### 5. Die N-Transportform

Von besonderem Interesse für die Affinität zwischen Unterlage und Edelreis ist die Stickstofftransportform. Hierzu wurde der Blutungssaft auf Nitrat- und Aminosäurenstickstoff untersucht. Zunächst ist der Tab. 3 zu entnehmen, daß der Gesamt-N-Gehalt im Xylemsaft im Mittel aller Probenahmen durch eine N-Steigerung von 0,5 auf 3,0 g N/Pflanze um 52 (C 3309) bis 211 µg N/ml (125 AA) ansteigt. Die Ergebnisse der einzelnen Probenahmen zeigen indessen, daß während des maximalen Triebwachstums zwischen Mitte Juni (17.06.) und Ende Juli (30.07.) die Unterschiede im N-Gehalt zwischen niedriger und hoher N-Düngung sehr viel ausgeprägter sind: Hier steigt der N-Gehalt um das 4,2- (125 AA) bis 19fache (Silvaner) der N-Steigerung in der Düngung an. Anders reagiert die Sorte C 3309: Sowohl am ersten als auch am letzten Probetermin bewirkt eine N-Steigerung keine Erhöhung des N-Gehaltes im Blutungssaft.

Tabelle 3

Einfluß der N-Düngung auf den Gehalt an Gesamtstickstoff im Xylemsaft in µg N/ml  
Influence of N-fertilization on the content of total nitrogen in xylem sap in µg N/ml

Sorte	N-Stufe g/Pflanze	Probenahme am				Mittelwert
		26. 5.	17. 6.	30. 7.	24. 9.	
Silvaner	0,5	145	5	18	4	43
	3,0	292	273	177	20	191
125 AA	0,5	64	9	88	6	42
	3,0	168	621	193	29	253
C 3309	0,5	263	24	71	73	108
	3,0	183	448	179	12	160

Der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Anteil am Gesamt-N-Gehalt des Xylemsaftes ist mit 4—25 % bei niedriger N-Düngung bei allen Sorten gering (Tab. 4). Erst bei erhöhter N-Düngung erhöht sich der Anteil im Mittel auf 16—42 %. Legen wir zur Beurteilung erneut die Hauptwachstumsphase (Juni/Juli) zu Grunde, so erhöht sich der Nitratgehalt im Xylemsaft von 1—5 µg  $\text{NO}_3\text{-N/ml}$  bei geringer N-Versorgung auf 62—160 µg  $\text{NO}_3\text{-N/ml}$  bei höherer N-Düngung. Damit wird deutlich, daß die Nitratabgabe der Wurzel eng mit der Höhe der N-Düngung korreliert ist, d.h., daß sie mit steigender N-Versorgung der Rebe zunimmt. Diese Beziehung gilt für alle untersuchten Sorten. Sortenunterschiede sind nicht erkennbar. Der Gehalt des Blutungssaftes an Aminosäuren (Tab. 5) erhöht sich mit steigender N-Düngung. Die absoluten Höchstwerte treten Ende Mai/Mitte Juni auf. Im Hinblick auf die engen Wechselbeziehungen zwischen  $\text{NO}_3\text{-N}$  und  $\text{NH}_2\text{-N}$  im Exsudat, vermindert sich der relative Anteil von Aminosäure-N, gemessen an der Gesamt-N-Abgabe der Wurzel, bei steigender N-Düngung.

Zusammenfassend ergibt sich, daß die Rebwurzel eine hohe Präferenz zur Syn-

these von Aminosäuren besitzt und daß nur bei einer hohen N-Düngung, insbesondere während der Hauptwachstumsperiode, ein nennenswerter Anteil des von der Wurzel an den Sproß abgegebenen Stickstoffs in Nitratform vorliegt. Beachtenswert ist ferner, daß die Relation von  $\text{NO}_3\text{-N:NH}_2\text{-N}$  bei allen Sorten gleich ist, daß aber Sortenunterschiede in der Menge der N-Aufnahme und N-Abgabe in der Hauptwachstumszeit bestehen.

Tabelle 4

Einfluß der N-Düngung auf den Gehalt an  $\text{NO}_3\text{-N}$  im Xylemsaft in  $\mu\text{g N/ml}$   
Influence of N-fertilization on the content of  $\text{NO}_3\text{-N}$  in xylem sap in  $\mu\text{g N/ml}$

Sorte	N-Stufe g/Pflanze	Probenahme am				Mittelwert
		26. 5.	17. 6.	30. 7.	24. 9.	
Silvaner	0,5	4	4	5	1	4
	3,0	60	160	86	5	78
125 AA	0,5	2	1	5	1	2
	3,0	26	80	62	2	42
C 3309	0,5	1	1	3	1	2
	3,0	48	126	73	9	64
in % vom Gesamt-N						
Silvaner	0,5	3	53	28	14	25
	3,0	20	58	49	25	38
125 AA	0,5	3	4	6	13	7
	3,0	15	13	32	5	16
C 3309	0,5	4	4	5	1	4
	3,0	26	28	41	75	42

Tabelle 5

Einfluß der N-Düngung auf den Gehalt an Aminosäurenstickstoff im Xylemsaft in  $\mu\text{g N/ml}$   
Influence of N-fertilization on the amino acid content of the xylem sap in  $\mu\text{g N/ml}$

Sorte	N-Stufe g/Pflanze	Probenahme am				Mittelwert
		26. 5.	17. 6.	30. 7.	24. 9.	
Silvaner	0,5	141	1	13	3	40
	3,0	232	113	91	15	138
125 AA	0,5	62	8	83	5	41
	3,0	142	541	131	27	204
C 3309	0,5	262	23	68	72	106
	3,0	135	322	106	3	142

Mit einem Anteil von 45—88 % an der Gesamt-N-Abgabe der Wurzel ist Glutamin vertreten (Tab. 6). Damit ist Glutamin die wichtigste N-Transportform bei Reben. Sein Anteil an der Gesamt-N-Abgabe der Wurzel vermindert sich allerdings bei hoher N-Düngung durch den zunehmenden  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Anteil im Exsudat. Mit  $> 1 \mu\text{g N/ml}$  sind

Tabelle 6

Gehalt des Exsudates an Amidn und Aminosäuren ( $\mu\text{g N/ml}$ ) (Erntedatum: 17. 6. 1987, — = nicht nachweisbar)

The content of xylem sap on amids and amino acids ( $\mu\text{g N/ml}$ ) (Date of harvest: 17. 6. 1987, — = not detectable)

Sorte	N-Stufe g/Pflanze	Glutamin	Asparagin	Histidin	Glutamin- säure	Leucin/ Isoleucin
Silvaner	0,5	0,3	—	—	—	0,1
	3,0	98,3	3,0	6,0	0,9	0,8
125 AA	0,5	7,1	—	—	0,3	0,2
	3,0	519,0	1,3	13,7	2,3	0,5
C 3309	0,5	20,0	0,6	0,2	—	0,3
	3,0	293,0	1,7	12,3	5,3	1,7

nur noch Histidin, Glutaminsäure sowie Leucin/Isoleucin im Blutungssaft nachweisbar. Alle anderen Aminosäuren treten nur in sehr geringen Mengen auf.

Die Feststellung, daß die  $\text{NO}_3$ -Abgabe der Wurzel nur bei hoher N-Düngung einen Anteil von 50 % und mehr erreichen kann, ist in mehreren Experimenten nachgewiesen worden. Als Beispiel wird ein Versuch mit 4 Rebsorten (Tab. 7) angegeben. Die Pflanzen wurden am 18.07. dekapitiert und das Exsudat für die Dauer von 4—8 h gesammelt. Der Nitratgehalt erreichte in der niedrigen N-Stufe (0,53 g/Pflanze) einen Anteil bis 12 %, der in der hohen N-Stufe (3,3 g/Pflanze) auf 55 % angehoben wird. Erneut lassen sich keine Sortenunterschiede nachweisen, wengleich sich bei *V. riparia* und Ferkal ein erhöhter  $\text{NO}_3$ -Anteil bei hoher N-Düngung gegenüber Silvaner und Kober 5BB andeutet.

Tabelle 7

Gehalt des Exsudates an Nitrat-N und Amino-N in  $\mu\text{g N/ml}$

The content of xylem sap on nitrate-N and amino-N in  $\mu\text{g N/ml}$

Sorte	N-Stufe g/Pflanze	Gesamt-N	$\text{NO}_3$ -N	$\text{NO}_3$ -N in %	$\text{NO}_3$ : $\text{NH}_2$
Silvaner	0,53	56	7	12	0,14
	3,3	328	190	58	1,40
Kober 5BB	0,53	41	2	5	0,05
	3,3	293	160	55	1,20
<i>V. riparia</i>	0,53	68	5	7	0,08
	3,3	439	191	44	0,77
Ferkal	0,53	91	5	6	0,06
	3,3	466	198	43	0,74

### Diskussion

Eine Vielzahl von Untersuchungen hat den wachstums- und ertragssteigernden Effekt einer Stickstoffdüngung bestätigt (BUCHER 1978; SCHILLING 1988; WOLF und POOL 1988; KANNENBERG 1990), und zwar sowohl bei wurzelecht wachsenden als auch bei gepropften Reben (ERLENWEIN 1965; WOLF und POOL 1988). Darüberhinaus wurde ein spezifischer, wachstumssteigernder Effekt der Unterlage beobachtet (SPIEGEL-ROY *et*

al. 1971; 1972; HOFMANN 1972; CAHOON und CHANDLER 1981; WHITING 1988), der gelegentlich auch Ertragsdepressionen bei Pfropfreben verursachen kann (MAYER und GARTNER 1969; GOEDECKE und SCHÖFFLING 1973). Als wesentlichen Grund für die Sortenspezifität der N-Wirkung und der Unterlage auf das Wachstum der Triebe kann die genotypische Adaptation an den Boden angesehen werden (SCHUMANN 1974; SCHUMANN und FRIES 1976). Die Frage aber, ob die beobachteten Wachstumsreaktionen auf einem vom Genotyp bestimmten und in der Quantität entsprechend unterschiedlichen N-Aufnahmevermögen der Rebe beruht und/oder in welchem Umfang eine eventuell unterschiedliche Transportform des Stickstoffes für die durch den Stickstoff oder die Unterlage hervorgerufenen Wachstumsveränderungen verantwortlich zu machen sind, wurde bislang nicht gestellt und beantwortet. Bisher vorliegende Untersuchungen über die Stickstoffverbindungen in Reborganen zeigen, daß in den Blättern hohe Gehalte an Glutamin, Glutaminsäure, Alanin und Serin nachgewiesen werden (MILOSAVLJEVIC und NIKOLIC 1974; RILLING *et al.* 1975). Während in den Blattstielen Nitrat (COOK und KISHABA 1956) und in den jungen Wurzeln Glutamin (RILLING *et al.* 1975) zu finden ist, werden in den mehrjährigen Organen bevorzugt Arginin oder argininhaltige Proteine gespeichert (PEREZ und KLEWER 1982). Hinweise auf die N-Transportform können diese Analysen nicht geben, wie BIJOT *et al.* (1991) bei *Lolium perenne* zeigen konnten.

Die vorliegenden Ergebnisse lassen erkennen, daß der Stickstoff bei der Rebe vorwiegend in Form von Glutamin in den Sproß gelangt. Erst bei erhöhter N-Düngung ist im Exsudat des Xylems ein hoher  $\text{NO}_3^-$ -Anteil erkennbar, der bis zu 42 % des im Xylem transportierten N ausmachen kann. Die Rebe gehört somit, wie fast alle Gehölzarten der gemäßigten Klimazone (PATE 1972; ANDREWS 1986), zur Pflanzengruppe, die Stickstoff in den Wurzeln reduziert und in Aminosäuren bzw. Amiden einbaut. Charakteristisch ist ebenfalls, daß mit zunehmender N-Versorgung der Sproß als Ort der Nitratreduktion an Bedeutung zunimmt (ANDREWS 1986; SCHILLING 1988).

Ferner zeigen die Ergebnisse eine höhere N-Aufnahme und eine damit verbundene höhere Reduktionskapazität in den Wurzeln der Unterlagssorte 125 AA gegenüber C 3309 und Silvaner. Unterschiede in der Nitratreduktaseaktivität der Wurzeln konnten auch SCHILLING (1988) bei Rebsorten und HUNTER *et al.* (1982) bei Sojabohnen nachweisen. Worauf die Unterschiede letztendlich zurückzuführen sind ist jedoch bis jetzt unklar.

Unter Freilandbedingungen wird der Stickstoff als Nitrat vorwiegend über die Wurzelspitzen aufgenommen und reduziert (MARSCHNER 1986). Aufnahme und Reduktion sind energieabhängig, so daß eine ausreichende Assimilatversorgung der Wurzel notwendig ist (GUERRERO *et al.* 1981).

Die Sortenunterschiede in der N-Aufnahme und Reduktion könnten somit die unterschiedliche Assimilatversorgung der Wurzel bzw. Wurzelspitzen widerspiegeln. Einen Hinweis hierfür bietet das Wurzeltrockengewicht (Tab. 1), das bei 125 AA am höchsten ist. Auch das hohe Sproßtrockengewicht der Unterlagssorte 125 AA spricht in Verbindung mit einem relativ weiten Sproß:Wurzel-Verhältnis für eine gute Assimilatversorgung der Wurzel und damit für eine hohe N-Aufnahme.

Um die möglichen Zusammenhänge zwischen Assimilatversorgung der Wurzel und ihrer N-Aufnahme zu erhellen, sind weitere Untersuchungen notwendig.

### Zusammenfassung

An zweijährigen, wurzelecht wachsenden Topfreben wurde die Wirkung einer N-Düngung (0,5 und 3,0 g N/Pflanze) auf Stoffproduktion, N-Aufnahme und die Stickstoffzusammensetzung im Xylemexsudat untersucht.

Die Stoffproduktion ist am höchsten bei der Unterlagssorte 125 AA und am niedrigsten bei Silvaner. C 3309 nimmt eine Mittelstellung ein.

Die N-Aufnahme ist mit 595 bzw. 2003 mg N/Rebe bei 125 AA am höchsten. Die Werte für Silvaner betragen 245 bzw. 1403 mg N und für C 3309 423 bzw. 1363 mg N bei einer Düngung von 0,5 bzw. 3,0 g N/Pflanze. Die N-Abgabe der Wurzel, gemessen am N-Gehalt des Xylemexsudates, ist bei 125 AA am höchsten und bei C 3309 am niedrigsten.

Die Abgabe des Stickstoffs von der Wurzel an den Sproß erfolgt sowohl als  $\text{NO}_3\text{-N}$  wie als  $\text{NH}_2\text{-N}$ . Allerdings liegt der Anteil an  $\text{NO}_3\text{-N}$  bei niedriger N-Düngung nur bei 4—25 %, bei hoher N-Düngung erhöht er sich auf 16—42 %. Sortenunterschiede in der N-Transportform waren nicht nachzuweisen. Mit einem Anteil von 66 % am Gesamtstickstoff ist Glutamin die bedeutendste N-Transportform.

### Literaturverzeichnis

- ANDERSEN, P. C.; BRODBECK, B. V.; 1989 a: Chemical composition of xylem exudate from bleeding spurs of *Vitis rotundifolia* Noble and *Vitis* hybrid Suwannee in relation to pruning date. *Amer. J. Enol. Viticult.* **40**, 155—160.
- —; — —; 1989 b: Diurnal and temporal changes in the chemical profile of xylem exudate from *Vitis rotundifolia*. *Physiol. Plant.* **75**, 63—70.
- ANDREWS, M.; 1986: The partitioning of nitrate assimilation between root and shoot of higher plants. *Plant Cell Environ.* **9**, 511—519.
- BLIOT, J.; LEFEVRE, J.; BOUCAUD, J.; 1991: Changes in the amide and amino acid composition of xylem exudate from perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) during regrowth after defoliation. *Plant Soil* **136**, 59—64.
- BUCHER, R.; 1978: Ergebnisse eines sechsjährigen Düngungsversuches mit steigenden Stickstoff- und Magnesiumgaben zu magnesiumkranken Weinreben. *Weinberg Keller* **25**, 278—296.
- CAHOON, G. A.; CHANDLER, D. A.; 1981: Progress report on effects of rootstock on five grape cultivars. *Eastern Grape Grower Winery News* **7** (3), 33—37.
- CONRADIE, W. J.; 1980: Seasonal uptake of nutrients by Chenin blanc in sand culture: I. Nitrogen. *S. Afr. J. Enol. Viticult.* **1**, 59—65.
- —; 1986: Utilisation of nitrogen by the grapevines as affected by time of application and soil type. *S. Afr. J. Enol. Viticult.* **7**, 76—83.
- —; 1990: Distribution and translocation of nitrogen absorbed during late spring by two-year-old grapevines grown in sand culture. *Amer. J. Enol. Viticult.* **41**, 241—247.
- COOK, J. A.; KISHABA, T.; 1956: Petiole nitrate analysis as a criterion of nitrogen seeds in California vineyards. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **68**, 131—140.
- EL-SESE, A. M. A.; 1983: Einfluß der Stickstoffdüngung auf Photosynthese, Transpiration und Stoffproduktion der Rebe bei unterschiedlicher Wasserversorgung. *Diss. Univ. Hohenheim, BR Deutschland*.
- ERLENWEIN, H.; 1965: Einfluß der Ernährung und des Pfropfparters auf das Wurzelwachstum von *Vitis*-Arten und -Sorten. *Vitis* **5**, 161—186.
- EWART, A.; KLEWER, W. M.; 1977: Effects of controlled day and night temperatures and nitrogen on fruit set, ovule fertility and fruit composition of several wine grape cultivars. *Amer. J. Enol. Viticult.* **28**, 88—95.
- GOECKE, H.; SCHÖFFLING, H.; 1973: Ergebnisse aus 18 Adaptionprüfungen an der Nahe mit 15 Unterlagssorten und den 2 Niederhäuser Rieslingklonen 378 DN und 391 DN als Edelreis. *Weinberg Keller* **20**, 479—514.
- GUERRERO, M. G.; VEGA, J. M.; LOSADO, M.; 1981: The assimilatory nitrate-reduction system and its regulation. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **32**, 169—204.
- HOFMANN, E.; 1972: Beobachtungen und Ergebnisse einer mehr als 30jährigen Versuchsanlage mit 12 Geisenheimer Riesling-Klonen auf verschiedenen Klonen der Berlandieri  $\times$  Riparia Kober 5 BB. *Wein-Wiss.* **27**, 269—287.
- KANNENBERG, J.; 1990: Langjährige Ergebnisse zur N-Düngung bei Gutedel. *Bad. Winzer* **229—230**, 268—270.
- HUNTER, W. J.; FAHRING, S. R.; OLSEN, S. R.; PORTER, L. K.; 1982: Location of nitrate reduction in different soybean cultivars. *Crop Sci.* **22**, 944—948.
- LEUENBERGER, U.; GAUCH, R.; RIEDER, K.; BAUMGARTNER, E.; 1980: Determination of nitrate and bromide in foodstuffs by high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr.* **202**, 461—468.
- MARSHNER, H.; 1986: Mineral nutrition of higher plants. *Verlag Academic Press, London*.

- MAYER, N.; GARTNER, H.; 1969: Ein Vergleich von wurzelechten und veredelten Reben. Mitt. Klosterneuburg 19, 329—331.
- MERKT, N.; 1989: Untersuchungen zur Affinität von Unterlage und Reis bei Reben. Diss. Univ. Hohenheim, BR Deutschland.
- MILOSAVLJEVIC, M.; NIKOLIC, D.; 1974: Photosynthese, Aminosäuregehalt und Feinstruktur des Blattparenchyms bei der Weinrebe. Vitis 12, 306—315.
- MÜLLER, K.; PETERNEL, M.; 1983: Der Nährstoffzug der Rebe bei unterschiedlichem Nährstoffgehalt, unter Berücksichtigung der Ertrags- und Qualitätsleistung. Dt. Weinbau 38, 667—679.
- PATE, J. S.; 1973: Uptake, assimilation and transport of nitrogen compounds by plants. Soil Biol. Biochem. 5, 109—119.
- PEREZ, J. R.; KLIWER, W. M.; 1982: Influence of light regime and nitrate fertilization on nitrate and arginine in tissues of three cultivars of grapevines. Amer. J. Enol. Viticult. 33, 86—93.
- REUTER, G.; WOLFFGANG, H.; 1955: Vergleichende Untersuchungen über den Charakter der Stickstoffverbindungen von Baumblutungssäften bei Betulaceen und anderen Holzarten. Flora 142, 146—155.
- RILLING, G.; RAPP, A.; REUTHER, K.-H.; 1975: Veränderungen des Aminosäuregehaltes von Reborganen bei Befall durch die Reblaus (*Dactylospheera vitifoliae* SHIMER). Vitis 14, 198—219.
- ROUBELAKIS-ANGELAKIS, K. A.; KLIWER, W. M.; 1979: The composition of bleeding sap from Thompson Seedless grapevines as affected by nitrogen fertilization. Amer. J. Enol. Viticult. 30, 14—18.
- SAUTTER, L.; 1971: Einfluß der NPK-Düngung auf die Photosynthese der Reben. Diss. Univ. Hohenheim, BR Deutschland.
- SCHALLER, K.; LOHNERTZ, O.; 1988: Die Praxis der Stickstoffdüngung im Weinbau. Dt. Weinbau 43, 678—683.
- — —; GEIBEN, R.; BREIT, N.; 1989: N-Stoffwechsel von Reben. 1. Mitteilung. N- und Arginindynamik im Holzkörper der Sorte Müller-Thurgau im Verlauf einer Vegetationsperiode. Wein-Wiss. 44, 91—101.
- SCHILLING, G.; 1988: Nitratreduktase in Wurzeln und Blättern der Rebe. Diplomarbeit Univ. Hohenheim, BR Deutschland.
- SCHUMANN, F.; 1974: Beziehungen zwischen Edelreis und Unterlagen — langjährige Ergebnisse aus Adaptationsversuchen. Wein-Wiss. 29, 216—229.
- — —; FRIESS, H.; 1976: Beziehung zwischen Edelreis und Unterlage. 2. Teil: Unterlagen für kalkreiche Böden. Wein-Wiss. 31, 94—120.
- SPIEGEL-ROY, P.; KOCHBA, J.; LAVEE, S.; 1971: Performance of table grape cultivars on different rootstock in an arid climate. Vitis 10, 191—200.
- — —; — — —; — — —; 1972: Quality and yield of Alicante Grenache and Semillon on various rootstocks in an arid climate. Vitis 11, 99—107.
- TAPHUHI, Y.; SCHMIDT, E. D.; LINDER, W.; KARGER, B.; 1981: Dansylation of amino acid for high performance liquid chromatography analysis. Anal. Biochem. 115, 123—129.
- UGRINOVITS, M.; 1986: Die Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl. Literaturstudie und Erfahrungsberichte. Wander AG, Neuenegg, Schweiz.
- WILKINSON, J. M.; 1978: The separation of dansyl amino acid by reversed-phase high performance liquid chromatography. J. Chromatogr. 16, 547—552.
- WHITING, J. R.; 1988: Influence of rootstock on yield, juice composition and growth of Chardonnay. In: SMART, R.; THORNTON, R.; RODRIGUEZ, S.; YOUNG, J. (Eds.): Proceedings of the 2nd International Symposium for Cool Climate Viticulture and Oenology, Auckland, New Zealand, Jan. 11-15, 1989. 48—50.
- WOLF, T. K.; POOL, R. M.; 1988: Effects of rootstock and nitrogen fertilization on the growth and yield of Chardonnay grapevines in New York. Amer. J. Enol. Viticult. 39, 29—37.

Eingegangen am 10. 12. 1991

Korrespondenz an:

Dr. N. MERKT  
 Univ. Hohenheim  
 Institut für Obst-, Gemüse- und Weinbau  
 Lehrstuhl für Weinbau  
 Postfach 70 05 62  
 D-7000 Stuttgart 70  
 BR Deutschland